

APA

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : **05-033866**

(43)Date of publication of application : **09.02.1993**

---

(51)Int.Cl. **F16J 9/26**

**F02F 5/00**

**F16J 9/06**

---

(21)Application number : **03-210017** (71)Applicant : **TEIKOKU PISTON RING  
CO LTD**

(22)Date of filing : **26.07.1991** (72)Inventor : **ISHIDA MASAO**

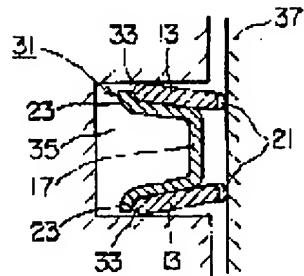
---

## (54) COMBINED OIL RING

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a combined oil ring of three-pieces type wherein any wearing amount in a side rail periphery, oil ring groove internal wall and a contact part of a spacer expander with a side rail can be reduced.

**CONSTITUTION:** A nitriding layer 21 by ion nitriding is formed in only peripheral surfaces of upper/lower side rails 13, 15 to prevent wearing of a side rail periphery and further of an oil ring groove internal wall. A nitriding layer 33 is formed in a part at least brought into contact with internal peripheries of the side rails 13, 15 in a spacer expander 17, arranged therebetween, to prevent wearing of the spacer expander 17 and failing of tension.



---

## CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The combination oil ring characterized by having performed plasma nitriding processing only to the periphery of said side rail, and performing nitriding treatment to the part of said spacer expander which contacts the inner circumference of said side rail at least in the combination oil ring of 3 piece molds which have arranged the spacer expander between the side rails of the two upper and lower sides.

[Claim 2] The combination oil ring according to claim 1 which it becomes from the tempered martensite system stainless steel with which said side rail contains 13 - 22% of Cr(s), and said spacer expander becomes from austenitic stainless steel.

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] Pistons, such as an internal combustion engine and a compressor, are equipped with this invention, and it relates to the combination oil ring which performs oil control.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, an internal combustion engine is high-performance-ized increasingly, and the thing of a high speed and a high load is developed. In connection with this, various improvements are made in order to raise the thermal resistance of slide members, such as a cylinder and the piston ring, abrasion resistance, printing-proof nature, etc. Recently, in addition to this, much more reduction of fuel consumption and lubricating oil consumption is called for. For this reason, especially in a gasoline engine etc., the combination oil ring of 3 piece molds has come to be used abundantly.

[0003] Since nothing and the vertical rail are separate, the combination oil ring of 3 piece molds the structure which has arranged the spacer expander between the side rails of the two upper and lower sides Since it is easy to follow minute deformation of a boa and a vertical rail contacts the top face of the oil ring slot on the piston, and an underside Since it excels in the seal effectiveness, the abutment of a vertical rail can be 180 \*\* Shifted and it can attach, it does not say that the place of an abutment opens, consequently has the advantage that reduction of lubricating oil consumption is achieved.

[0004] An example of such the combination oil ring is shown in drawing 7 . This combination oil ring 11 allots the annular side rails 13 and 15 up and down, and where the spacer expander 17 with which a cross section makes a U shape among these side rails 13 and 15 is compressed, it equips with them. In order to give endurance to sliding with a cylinder bore as side rails 13 and 15, martensitic stainless steel etc. is used. Since it is necessary to give higher spring nature and toughness as a spacer expander 17 compared with side rails 13 and 15, austenitic stainless steel etc. is used. In addition, the notch 19 which makes the role which leads a lubricating oil to oil ring Mizouchi is formed in the spacer expander 17.

[0005] In order that side rails 13 and 15 may raise abrasion resistance, the whole front faces or forming [ many ] the hard coat 21 selectively are performed. For example, preparing a nitrated case in all the front faces of a side rail is indicated by JP,58-136771,A, and forming the hardening layer by quenching or nitriding treatment in the

inner skin and the peripheral face of a side rail is indicated by JP,53-147309,U at it. Furthermore, in order that the spacer expander 17 may also give abrasion resistance in the contact surface with side rails 13 and 15 etc., forming a hard coat is performed. For example, forming the hardening layer by quenching or nitriding treatment in the outside surface of a spacer expander being indicated by JP,53-147308,U, and performing soft nitriding processing to JP,58-5456,A at both a side rail and a spacer expander is indicated.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, as shown in JP,58-136771,A and JP,58-5456,A, when nitriding treatment of the whole front face of a side rail was carried out, the side rail stiffened, and it becomes easy to produce a crack etc., and there was a trouble of becoming easy to wear an oil ring slot out, by contact into a side rail and the oil ring slot on the piston.

[0007] Moreover, as shown in JP,53-147309,U, when nitriding treatment was performed to the inner skin and the peripheral face of a side rail, the problem of embrittlement was mitigated compared with the case where nitriding treatment of the whole front face is carried out, but when inner skin served as hard, the problem of wear of an oil ring slot was not solved. That is, it is because the inner skin of a side rail and the inner circumference corner of an abutment tend to hit the wall of the upper and lower sides of an oil ring slot and an oil ring slot is deleted by these.

[0008] Furthermore, as shown in JP,53-147308,U and JP,58-5456,A, when nitriding treatment was performed to the outside surface of a spacer expander, the abrasion resistance in the contact surface with a side rail improved, but when nitriding treatment also of the side rail was carried out, wear by the more nearly hard side rail could not be prevented and sufficient abrasion resistance was not able to be obtained. In addition, if a spacer expander is worn out, the tension of the oil ring will decline and oil consumption will increase.

[0009] Therefore, the object of this invention is to offer the combination oil ring which abrasion resistance was raised, and prevented wear of an oil ring slot, and also lessened wear of a spacer expander, and gave the outstanding endurance, without embrittling a side rail.

[0010]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned object, this invention is characterized by having performed plasma nitriding processing only to the periphery of said side rail, and performing nitriding treatment to the part of said spacer expander which contacts the inner circumference of said side rail at least in the combination oil ring of 3 piece molds which have arranged the spacer expander between the side rails of the two upper and lower sides.

[0011] Moreover, in the desirable mode of this invention, it consists of tempered martensite system stainless steel with which said side rail contains 13 - 22% of Cr(s), and said spacer expander consists of austenitic stainless steel.

[0012] Hereafter, this invention is further explained to a detail.

[0013] As for the side rail used in the combination oil ring of this invention, plasma nitriding processing is performed only to the peripheral face. Glow discharge of the ion nitriding is carried out using the mixed gas of a nitrogen gas simple substance or nitrogen gas, and the hydrocarbon system gas of a minute amount in a low vacuum, and it is

nitriding or the approach of carrying out soft nitriding. If it explains more concretely, after making the inside of a furnace into a vacuum to 10-2 - 10-3Torr extent, for example, the mixed gas of nitrogen and hydrogen will be introduced and furnace internal pressure will be controlled on processing conditions at one in all to 10 Torr. By making a furnace body into an anode plate in this, and generating glow discharge among both by using a processing article as cathode, the ionized nitrogen is accelerated, and it is high-speed, and is the approach of making collide with a processing article and nitriding the front face of a processing article. In this invention, nitriding treatment can be efficiently performed only to the peripheral face of a side rail by the approach indicated by the example mentioned later, for example by adopting ion nitriding.

[0014] coefficient of friction of \*\* plasma nitriding layer which a compound layer does not generate on \*\* front face on which a nitrated case with this ion nitriding thick at processing of \*\* short time is obtained, and where \*\* processing temperature is low -- other nitriding treatment layers -- comparing -- small \*\*H+ and small N+ \*\* which does not have the need for pretreatment by sputtering operation of ion -- it has the outstanding advantage of being pollution-free. Moreover, when tempered martensite system stainless steel is used as construction material of a side rail, the monolayer of Fe4N is formed as a nitrated case, and the limitation of fatigue strength is high and can consider as the hard coat excellent in endurance.

[0015] Moreover, in this invention, even if there are few spacer expanders arranged between the side rails of the-two upper and lower sides, nitriding treatment is performed also to a contact part with side-rail inner circumference. The nitriding treatment performed to a spacer expander is not limited to plasma nitriding processing, and various well-known approaches, such as gas nitriding, salt bath soft nitriding, and a gas-soft-nitriding method, can be used for it. In this case, nitriding treatment may be performed only to the contact surface with the above-mentioned side rail of a spacer expander, or nitriding treatment may be performed to all the front faces of a spacer expander.

[0016] In addition, although especially the thickness of a nitrated case is not limited, in a side-rail peripheral face, its 30-90 micrometers are desirable, and it is desirable [ thickness ] in this invention, in the contact surface with the above-mentioned side rail of a spacer expander to be referred to as 12-25 micrometers.

[0017] In order that a side rail may contact a cylinder bore, the construction material excellent in thermal resistance and abrasion resistance is desirable, for example, the tempered martensite system stainless steel containing 13 - 22% of Cr(s) is adopted preferably. When this tempered martensite system stainless steel is used, as mentioned above, the advantage that the monolayer of Fe4N is formed as a plasma nitriding layer is acquired. Moreover, in order that a spacer expander may give tension to a side rail, the construction material which was excellent in spring nature and toughness with thermal resistance and abrasion resistance is desirable, for example, austenitic stainless steel is adopted preferably.

[0018]

[Function] Since the combination oil ring of this invention performs plasma nitriding processing to the peripheral face of a side rail, i.e., the contact surface with a cylinder bore, and does not carry out plasma nitriding processing to the inner skin and the vertical side of a side rail, it can prevent embrittlement of a side rail and can maintain endurance.

[0019] Moreover, since nitriding treatment of the vertical side of the side rail in contact

with the wall of an oil ring slot, the end face of an inner circumference part and an abutment, etc. is not carried out, they can also prevent wear of an oil ring slot.

[0020] On the other hand, although nitriding treatment of the part to which a side rail contacts a spacer expander is not carried out, since a hard thing is adopted rather than the construction material of a spacer expander, if the construction material of a side rail remains as it is, generally it cannot prevent wear of a spacer expander.

[0021] In this invention, by having performed nitriding treatment to the part of a spacer expander which contacts the inner circumference of a side rail at least, wear of a spacer expander can also be prevented and lowering of the tension of the spacer expander by wear can be prevented.

[0022] Thus, according to this invention, in the peripheral face of the side rail in contact with a boa, the abrasion resistance by plasma nitriding processing is given. Prevent wear of an oil ring slot, without performing nitriding treatment in the part in contact with an oil ring slot, and it sets into a contact part with a spacer expander. By not performing nitriding treatment to a side rail, but performing nitriding treatment to a spacer expander, wear of a spacer expander can be prevented and the combination oil ring which is excellent in endurance, continues at a long period of time and can maintain oil consumption low according to these operations can be offered.

[0023]

[Example] One example of the combination oil ring of this invention is shown in drawing 1.

[0024] This combination oil ring 31 is 0.5mm in thickness of the two upper and lower sides. The annular side rails 13 and 15 formed with the thin steel ribbon of extent are allotted up and down, and where the spacer expander 17 with which a cross section makes a U shape among these side rails 13 and 15 is compressed, it equips.

[0025] Side rails 13 and 15 consist of tempered martensite system stainless steel containing 13 - 22% of Cr(s), nitriding treatment is performed by ion nitriding to the peripheral face, i.e., the part in contact with a cylinder bore, and the nitriding treatment layer 21 is formed. For this reason, compared with the case where nitriding treatment is performed on the surface of [ whole ] a side rail, embrittlement can be prevented and endurance can be raised. In addition, if needed, surface treatment by formation of a tri-iron tetraoxide layer, the parkerizing, a tinning, etc. may be performed to fields other than the field where nitriding treatment is not performed, i.e., the peripheral face of side rails 13 and 15, so that conformity may be given.

[0026] The spacer expander 17 consists of austenitic stainless steel, the notch 19 is formed at intervals of predetermined, and the lubricating oil gathered up by side rails 13 and 15 is led to oil ring Mizouchi. The handle part 23 is formed in the inner circumference side of the spacer expander 17, and this handle part 23 engages with the side rails 13 and 15 arranged up and down. In addition, the configuration of the spacer expander 17 is not limited to the illustrated thing of a cross-section U shape, and the thing of other configurations, such as a wave spacer expander, may be used for it.

[0027] Nitriding treatment was performed to the contact part, especially the above-mentioned handle part 23 with side rails 13 and 15 of the spacer expander 17, the nitriding treatment layer 33 is formed, respectively and wear of the spacer expander 17 by contact to the side rails 13 and 15 which consist of construction material with a more high degree of hardness is prevented. In addition, when performing nitriding treatment to

the spacer expander 17, various approaches, such as gas nitriding, salt bath soft nitriding, and a gas-soft-nitriding method, can be adopted. Moreover, the spacer expander 17 may perform nitriding treatment to the whole front face.

[0028] The condition of having equipped oil ring Mizouchi of a piston with the combination oil ring shown in drawing 1 is shown in drawing 2 .

[0029] The pressure welding of the peripheral face is carried out to a cylinder bore 37 by the extended force of the spacer expander 17, and the combination oil ring 31 with which it was equipped in the oil ring slot 35 on the piston fails to write excessive oil according to it. At this time, since the nitriding treatment layer by ion nitriding is formed in the peripheral face of side rails 13 and 15, wear can be prevented.

[0030] On the other hand, the extended force of the spacer expander 17 acts also in the direction which pushes side rails 13 and 15 up and down, and the top face by the side of the inner circumference of a side rail 13 is used as the wall top face of the oil ring slot 35, and it makes the wall underside of the oil ring slot 35 use the pressure welding of the underside by the side of the inner circumference of a side rail 15, respectively. Since the nitriding treatment layer is not formed in any parts other than the peripheral face of side rails 13 and 15 at this time, wear of the wall of a ring groove 35 can be prevented.

[0031] Moreover, since the nitriding treatment layer is not formed in the abutment parts of a side rail 13 and 15 inner circumference, wear of the oil ring slot 35 by an abutment part contacting the wall of the oil ring slot 35 is also prevented.

[0032] On the other hand, since the nitriding treatment layer 33 is formed in the contact part with the side rails 13 and 15 of the handle part 23 of the spacer expander 17, wear of the spacer expander 17 by contact to side rails 13 and 15 can be prevented, and lowering of the tension by wear of a spacer expander can be prevented.

[0033] As shown in example of experiment 1 drawing 3 , the side rail 43 which consists of tempered martensite system stainless steel was twisted around cylinder 47 periphery set up on the support plate 41, the laminating was carried out up and down, the pressure plate 45 was laid in the top face, and the side rail 43 was stuck up and down. Nitriding treatment was performed from the way with ion nitriding to peripheral face 43a outside the side rail 43 in this condition, and the nitriding treatment layer was formed.

[0034] The side rail 43 which performed nitriding treatment by this approach is shown in drawing 4 . Since nitriding treatment is made by peripheral face 43a where a side rail 43 is stuck up and down, nitriding treatment is not made by the vertical side of a side rail 43, and inner skin 43b, but the nitriding treatment layer 21 is formed only in peripheral face 43a of a side rail 43.

[0035] The relation between laminating location A-E of the side rail 43 in drawing 3 and the depth of the nitriding treatment layer formed in each location is shown in drawing 5 . That is, the depth of the nitriding treatment layer 21 formed in drawing and each side rail 43 in the sample from the part of A-E in drawing 3 , respectively is measured.

[0036] Consequently, the depth of the nitriding treatment layer 21 formed in peripheral face 43a of a side rail 43 is 60 micrometers altogether irrespective of a sample location. It is extent and it turns out that the nitriding treatment layer 21 is mostly formed in the depth of homogeneity to a side rail 43.

[0037] The relation of the depth from the periphery of the nitriding treatment layer 21 and the degree of hardness of a cross section which were formed in peripheral face 43a of a side rail 43 is shown in drawing 6 .

[0038] Consequently, the degree of hardness of the base material of a side rail 43 When the nitriding treatment layer 21 by ion nitriding is formed to being Hv372, it is 60 micrometers from the peripheral face of the nitriding treatment layer 21. In the part of the depth of extent Hv1000 The above degree of hardness is shown and it turns out that a degree of hardness is very high compared with the case where plasma nitriding processing is not performed.

[0039] Example of experiment 2 diameter of 86mm, a serial 4-cylinder, and 2000 cc The engine piston was equipped with the piston ring shown in a table 1, and it operated 5200r.p.m.xW.O.T.x30 hour on condition that water temperature 105 \*\* and oil-temperature 125 \*\*. in addition, "TOP" being a top ring and "2ND" being a second ring and "OIL" among a table 1, -- the oil ring -- "pitch 7mm" of that total R" has a circular barrel and a spacer, spacing of the circumferencial direction of a handle part and a handle part and "B" mean the thickness lay length of each ring, and "T" means the radial width of face of each ring. In addition, the side-rail up underside presupposed that he has no belt sander processing.

[0040]

[A table 1]

ピストン リング	タイプ	表面処理	B	T	合いま せん 間	張力 kgf	材質
TOP	パレル メッキ	外周Cr メッキ	1.5mm	3.5mm	0.27~ 0.39mm	1.70 ±0.27	JIS SWOSC-V
2ND	テーパ メッキ	外周Cr メッキ	1.5mm	4.0mm	0.35~ 0.50mm	1.40 ±0.24	JIS FC-30
OIL レール	サイド レール	総R シル化	0.6mm	2.35mm	0.13~ 0.38mm	—	JIS SUS 440B
スペーサ	ピッヂ 7mm	タフトラ イド	4.0mm	2.9mm	—	3.90 ±0.50	JIS SUS 304

[0041] The result of having measured the abrasion loss of each piston ring is shown in drawing 8 after operation termination. "CYL" means an engine cylinder number among drawing. Moreover, the value indicated by the upper column of drawing means the average of a 4-cylinder. Thus, each of abrasion loss of the periphery of the oil ring and handle part contact abrasion loss of the spacer of the oil ring was able to be made into the very small value.

[0042] Moreover, the result of having measured the abrasion loss of an oil ring slot is shown in drawing 9. In addition, in drawing 9, in Front and "Th", Thrust and "R" express Rear and "AT" expresses [ "F" ] Anti Thrust. The side rail used what has weld flash with a height of 7 micrometers [ a maximum of ] in the piston side of the abutment section. Thus, all abrasion loss of an oil ring slot was so small that it was undetectable.

[0043] Furthermore, the result of having measured the rate of tension decline of each piston ring is shown in drawing 10. Thus, the rate of tension decline of the oil ring was low maintainable.

[0044] The side rail which carried out plasma nitriding processing, the spacer expander whose front face is not processed, and the spacer expander which carried out salt bath soft nitriding processing (tufftriding) of the front face were combined only with example of experiment 3 peripheral face, and two kinds of oil rings were produced.

[0045] The piston of the same engine as the example 2 of an experiment was equipped with these oil rings, it operated on the same conditions as the example 2 of an experiment, and the abrasion loss of a spacer expander and a side rail was measured. This result is shown in drawing 11.

[0046] Thus, by carrying out nitriding treatment of the spacer expander, the handle part abrasion loss of a spacer expander decreased substantially, and, on the other hand, side-rail inner circumference abrasion loss was extent which increases slightly.

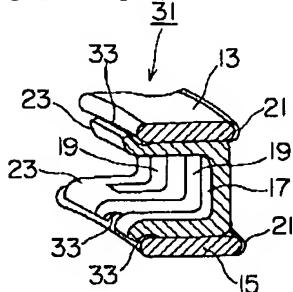
[0047]

[Effect of the Invention] As explained above, according to the combination oil ring of this invention, by having performed plasma nitriding processing only to the peripheral face of a side rail, and having performed nitriding treatment to the part of a spacer expander which contacts side-rail inner circumference at least, any abrasion loss of the handle part of a side-rail periphery, an oil ring slot, and a spacer expander can be reduced, it excels in endurance, and the oil ring which continues at a long period of time and can maintain lubricating oil consumption low can be offered.

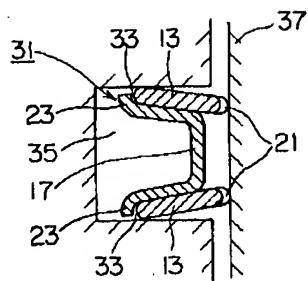
## DRAWINGS

---

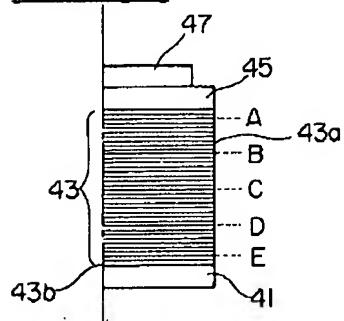
[Drawing 1]



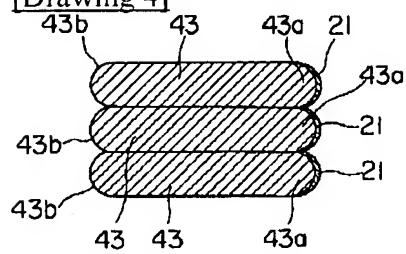
[Drawing 2]



[Drawing 3]

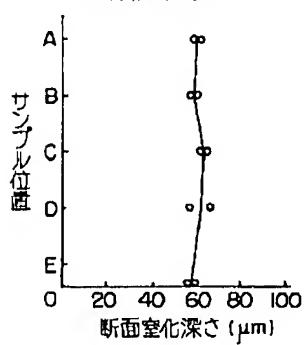


[Drawing 4]

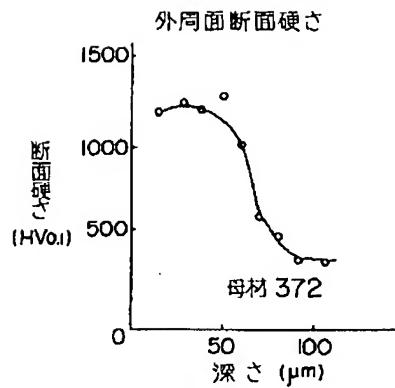


[Drawing 5]

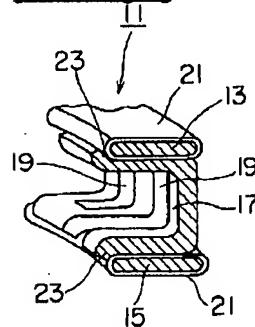
窒化深さ分布



[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Drawing 9]

### ピストンオイルリング溝摩耗量

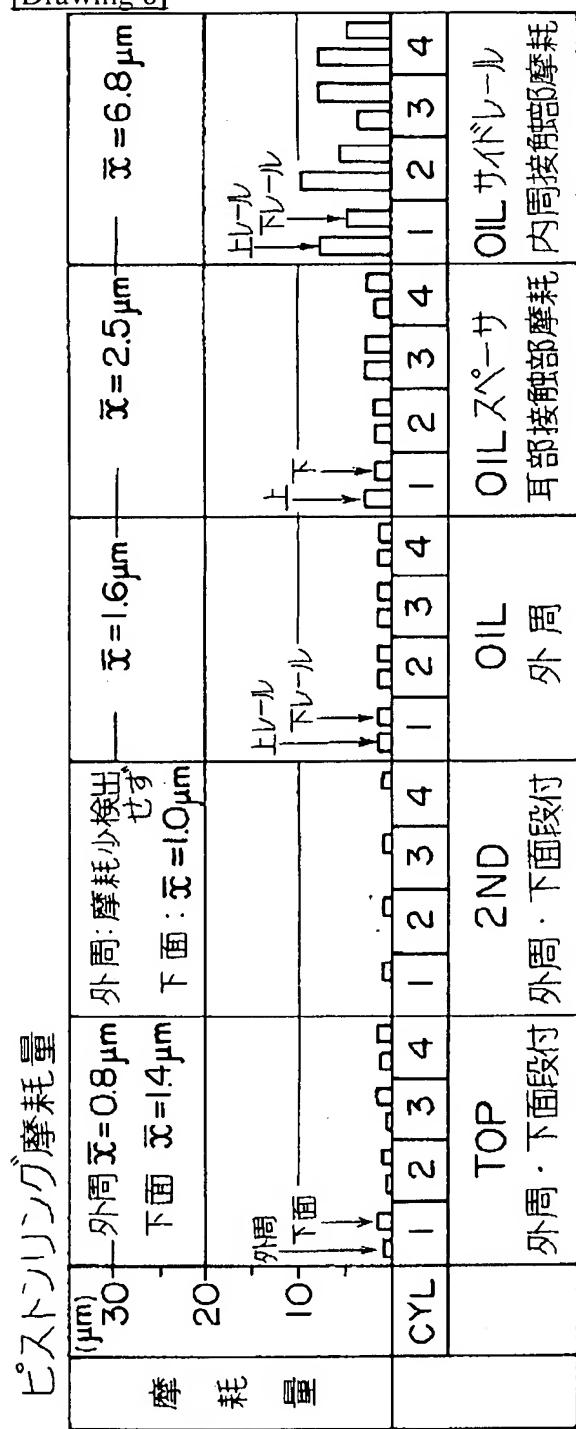
摩耗量	(μm)	溝摩耗は各 cyl 共少なく、検出不可であった															
		方向	F	Th	R	AT	F	Th	R	AT	F	Th	R	AT	F	Th	R
CYL	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	

[Drawing 10]

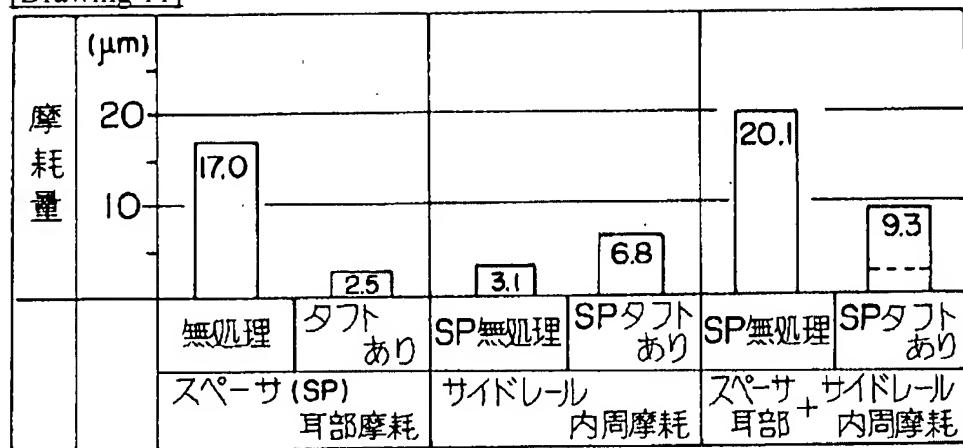
### ピストンリング張力減退率

減退率	(%)	$\bar{x} = 2.9\%$				$\bar{x} = 1.4\%$				$\bar{x} = 3.7\%$						
		TOP	2ND	OIL	TOP	2ND	OIL	TOP	2ND	OIL	TOP	2ND	OIL	TOP	2ND	OIL
CYL	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4

[Drawing 8]



[Drawing 11]



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-33866

(43)公開日 平成5年(1993)2月9日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

F 16 J 9/26

F 02 F 5/00

F 16 J 9/06

識別記号 庁内整理番号

C 7366-3 J

301 F 6502-3 G

B 7366-3 J

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2(全9頁)

(21)出願番号

特願平3-210017

(22)出願日

平成3年(1991)7月26日

(71)出願人 000215785

帝国ピストンリング株式会社

東京都中央区八重洲1丁目9番9号

(72)発明者 石田 政男

東京都中央区八重洲1-9-9 帝国ピス  
トンリング株式会社内

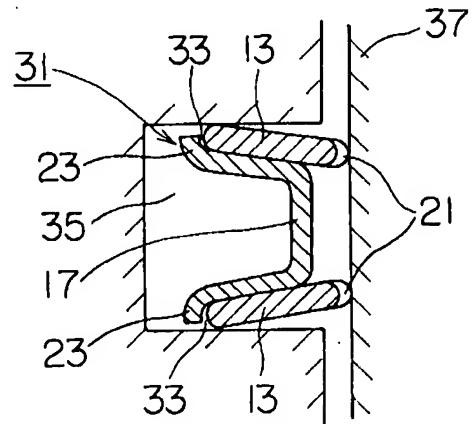
(74)代理人 弁理士 松井 康

(54)【発明の名称】 組合せオイルリング

(57)【要約】

【目的】 サイドレール外周、オイルリング溝内壁、スペーサエキスパンダのサイドレールとの接触部のいずれの摩耗量も低減することができる3ピース型の組合せオイルリングを提供する。

【構成】 上下のサイドレール13、15の外周面にのみイオン塗化処理による塗化処理層21を形成して、サイドレール外周の摩耗を防止し、かつ、オイルリング溝内壁の摩耗を防止する。また、サイドレール13、15の間に配置するスペーサエキスパンダ17には、少なくともサイドレール13、15の内周と接触する部分に塗化処理層33を形成して、スペーサエキスパンダ17の摩耗を防止し、張力が減退することを防止する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 上下2本のサイドレールの間にスペーサエキスパンダを配置した3ピース型の組合せオイルリングにおいて、前記サイドレールの外周にのみイオン窒化処理を施し、かつ、前記スペーサエキスパンダの少なくとも前記サイドレールの内周と接触する部分に窒化処理を施したことを特徴とする組合せオイルリング。

【請求項2】 前記サイドレールがCr13~22%を含む焼戻マルテンサイト系ステンレス鋼からなり、前記スペーサエキスパンダがオーステナイト系ステンレス鋼からなる請求項1記載の組合せオイルリング。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、内燃機関やコンプレッサなどのピストンに装着され、オイルコントロールを行う組合せオイルリングに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 近年、内燃機関は、ますます高性能化され、高速、高荷重のものが開発されている。これに伴って、シリングやピストンリング等の摺動部材の耐熱性、耐摩耗性、耐焼き付き性等を向上させるべく様々な改善がなされている。最近では、これに加えて燃料消費量や、潤滑油消費量の一層の低減が求められている。このため、特にガソリンエンジン等においては、3ピース型の組合せオイルリングが多用されるようになってきた。

【0003】 3ピース型の組合せオイルリングは、上下2本のサイドレールの間にスペーサエキスパンダを配置した構造をなし、上下レールが別々であるので、ボアの微小な変形にも追従しやすく、上下レールがピストンのオイルリング溝の上面にも下面にも接触するので、シール効果に優れしており、上下レールの合い口を180°ずらせて組み付けることができるので、合い口のところが開くということなく、その結果、潤滑油消費量の低減が図られるという利点を有している。

【0004】 図7には、このような組合せオイルリングの一例が示されている。この組合せオイルリング11は、環状のサイドレール13、15を上下に配し、このサイドレール13、15の間に断面がコ字状をなすスペーサエキスパンダ17を圧縮した状態で装着したものである。サイドレール13、15としては、シリンダボアとの摺動に対して耐久性をもたすために、マルテンサイト系ステンレス鋼などが用いられている。スペーサエキスパンダ17としては、サイドレール13、15に比べてより高いバネ性、韌性をもたす必要があるために、オーステナイト系ステンレス鋼などが用いられている。なお、スペーサエキスパンダ17には、潤滑油をオイルリング溝内に導く役割をなす切欠き19が形成されている。

【0005】 サイドレール13、15は、耐摩耗性を向上させるために、その表面の全体あるいは部分的に硬質

被膜21を形成することが多く行われている。例えば、特開昭58-136771号には、サイドレールの全表面に窒化層を設けることが開示されており、実開昭53-147309号には、サイドレールの内周面及び外周面に焼き入れ又は窒化処理による硬化層を形成することが開示されている。更に、スペーサエキスパンダ17も、サイドレール13、15との接触面等において耐摩耗性を付与するため、硬質被膜を形成することが行われている。例えば、実開昭53-147308号には、スペーサエキスパンダの外表面に焼き入れ又は窒化処理による硬化層を形成することが開示されており、また、特開昭58-5456号には、サイドレールとスペーサエキスパンダの両方に軟窒化処理を施すことが開示されている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、特開昭58-136771号、特開昭58-5456号に示されるように、サイドレールの表面の全体を窒化処理した場合には、サイドレールが脆化してクラックなどが生じやすくなり、また、サイドレールとピストンのオイルリング溝との接触により、オイルリング溝が摩耗しやすくなるという問題点があった。

【0007】 また、実開昭53-147309号に示されるように、サイドレールの内周面及び外周面に窒化処理を施した場合は、表面全体を窒化処理する場合に比べて、脆化の問題は軽減されるが、内周面が硬質となることにより、オイルリング溝の摩耗という問題は解決されなかった。すなわち、オイルリング溝の上下の内壁には、サイドレールの内周面及び合い口の内周角部が当たりやすく、これらによってオイルリング溝が削られるからである。

【0008】 更に、実開昭53-147308号、特開昭58-5456号に示されるように、スペーサエキスパンダの外表面に窒化処理を施した場合には、サイドレールとの接触面における耐摩耗性は向上するが、サイドレールも窒化処理されたものである場合には、より硬質なサイドレールによる摩耗を防止しきれず、十分な耐摩耗性を得ることはできなかった。なお、スペーサエキスパンダが摩耗すると、オイルリングの張力が低下して、オイル消費量が増大する。

【0009】 したがって、本発明の目的は、サイドレールを脆化することなく、耐摩耗性を向上させ、オイルリング溝の摩耗を防止し、かつ、スペーサエキスパンダの摩耗も少なくて、優れた耐久性を付与した組合せオイルリングを提供することにある。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、本発明は、上下2本のサイドレールの間にスペーサエキスパンダを配置した3ピース型の組合せオイルリングにおいて、前記サイドレールの外周にのみイオン窒化

処理を施し、かつ、前記スペーサエキスパンダの少なくとも前記サイドレールの内周と接触する部分に窒化処理を施したことと特徴とする。

【0011】また、本発明の好ましい態様においては、前記サイドレールがCr13~22%を含む焼戻マルテンサイト系ステンレス鋼からなり、前記スペーサエキスパンダがオーステナイト系ステンレス鋼からなる。

【0012】以下、本発明について更に詳細に説明する。

【0013】本発明の組合せオイルリングにおいて用いられるサイドレールは、その外周面にのみイオン窒化処理が施される。イオン窒化法は、低真空中で窒素ガス単体又は窒素ガスと微量の炭化水素系ガスの混合ガスを使って、グロー放電させて窒化又は軟窒化する方法である。より具体的に説明すると、例えば炉内を $10^{-2}$ ~ $10^{-3}$  Torr程度まで真空中にした後、窒素と水素の混合ガスを導入し、炉内圧力を処理条件に合わせて $1$ ~ $10$  Torrにコントロールする。この中で炉体を陽極とし、処理品を陰極として、両者間にグロー放電を発生させることにより、イオン化した窒素を加速して、高速度で処理品に衝突させ、処理品の表面を窒化する方法である。本発明においては、イオン窒化法を採用することにより、例えば後述する実施例に記載された方法により、サイドレールの外周面にのみ効率的に窒化処理を施すことができる。

【0014】このイオン窒化法は、①短時間の処理で厚い窒化層が得られる、②処理温度が低い、③表面に化合物層が生成しない、④イオン窒化層の摩擦係数は、他の窒化処理層に比べて小さい、⑤ $H^+$ 、 $N^+$ イオンのスペッタリング作用により前処理の必要がない、⑥無公害である、という優れた利点を有している。また、サイドレールの材質として焼戻マルテンサイト系ステンレス鋼を用いた場合には、窒化層として $Fe_4N$ の単層が形成され、疲れ強さの限界が高く、耐久性に優れた硬質被膜とすることができる。

【0015】また、本発明では、上下2本のサイドレールの間に配置されるスペーサエキスパンダの少なくともサイドレール内周との接触部分にも窒化処理が施される。スペーサエキスパンダに施される窒化処理は、イオン窒化処理に限定されることなく、ガス窒化法、塩浴軟窒化法、ガス軟窒化法など、公知の各種方法を採用することができる。この場合、スペーサエキスパンダの上記サイドレールとの接触面だけに窒化処理を施してもよく、あるいはスペーサエキスパンダの全表面に窒化処理を施してもよい。

【0016】なお、本発明において、窒化層の厚さは、特に限定されないが、サイドレール外周面においては、 $30$ ~ $90\mu m$ が好ましく、スペーサエキスパンダの上記サイドレールとの接触面においては、 $12$ ~ $25\mu m$ とすることが好ましい。

【0017】サイドレールは、シリンドボアと接触する

ため、耐熱性、耐摩耗性に優れた材質が好ましく、例えばCr13~22%を含む焼戻マルテンサイト系ステンレス鋼が好ましく採用される。この焼戻マルテンサイト系ステンレス鋼を用いた場合には、前述したように、イオン窒化層として $Fe_4N$ の単層が形成されるという利点が得られる。また、スペーサエキスパンダは、サイドレールに張力を付与するため、耐熱性、耐摩耗性とともに、バネ性及び韌性に優れた材質が好ましく、例えばオーステナイト系ステンレス鋼が好ましく採用される。

10 【0018】

【作用】本発明の組合せオイルリングは、サイドレールの外周面、すなわちシリンドボアとの接触面にのみイオン窒化処理を施し、サイドレールの内周面及び上下面にはイオン窒化処理を行なわないで、サイドレールの脆化を防止して耐久性を維持することができる。

【0019】また、オイルリング溝の内壁と接触するサイドレールの上下面や内周部分、合い口の端面などは、窒化処理されていないので、オイルリング溝の摩耗も防止できる。

20 【0020】一方、サイドレールがスペーサエキスパンダと接触する部分も窒化処理されていないが、一般に、サイドレールの材質は、スペーサエキスパンダの材質よりも硬質のものが採用されるので、そのままでは、スペーサエキスパンダの摩耗を防止できない。

【0021】本発明では、スペーサエキスパンダの少なくともサイドレールの内周と接触する部分に窒化処理を施したことにより、スペーサエキスパンダの摩耗も防止することができ、摩耗によるスペーサエキスパンダの張力の低下を防止することができる。

30 【0022】このように、本発明によれば、ボアと接触するサイドレールの外周面においてはイオン窒化処理による耐摩耗性をもたせ、オイルリング溝と接触する部分においては窒化処理を行なわずにオイルリング溝の摩耗を防止し、スペーサエキスパンダとの接触部分においては、サイドレールに窒化処理を施さず、スペーサエキスパンダに窒化処理を施すことによって、スペーサエキスパンダの摩耗を防止し、これらの作用によって耐久性に優れ、オイル消費量を長期に亘って低く維持できる組合せオイルリングを提供することができる。

40 【0023】

【実施例】図1には、本発明の組合せオイルリングの一実施例が示されている。

【0024】この組合せオイルリング31は、上下2本の厚さ $0.5\text{mm}$ 程度の薄いスチールリボンによって形成された環状のサイドレール13、15を上下に配し、このサイドレール13、15の間に断面がコ字状をなすスペーサエキスパンダ17を圧縮した状態で装着したものである。

【0025】サイドレール13、15は、Cr13~22%を含む焼戻マルテンサイト系ステンレス鋼からな

り、その外周面、すなわち、シリンダボアに接触する部分にのみイオン窒化法により窒化処理が施され、窒化処理層21が形成されている。このため、サイドレールの表面全体に窒化処理を施した場合に比べて、脆化を防止して耐久性を向上させることができる。なお、窒化処理の施されていない面、すなわちサイドレール13、15の外周面以外の面には、必要に応じて、なじみ性をもたらすように四三酸化鉄層の形成、パーカライジング、すみつけ等による表面処理を施してもよい。

【0026】スペーサエキスパンダ17は、オーステナイト系ステンレス鋼からなり、所定間隔で切れき19が形成されており、サイドレール13、15でかき集められた潤滑油をオイルリング溝内に導くようになっている。スペーサエキスパンダ17の内周側には耳部23が形成されており、この耳部23が上下に配置されたサイドレール13、15と係合するようになっている。なお、スペーサエキスパンダ17の形状は、図示した断面コ字状のものに限定されることはなく、波形スペーサエキスパンダなど他の形状のものを採用してもよい。

【0027】スペーサエキスパンダ17のサイドレール13、15との接触部分、特に上記耳部23には窒化処理が施され、窒化処理層33がそれぞれ形成されており、より硬度の高い材質からなるサイドレール13、15との接触によるスペーサエキスパンダ17の摩耗を防止している。なお、スペーサエキスパンダ17に窒化処理を施す場合には、ガス窒化法、塩浴軟窒化法、ガス軟窒化法など各種方法を採用することができる。また、スペーサエキスパンダ17は、その表面全体に窒化処理を施してもよい。

【0028】図2には、図1に示す組合せオイルリングをピストンのオイルリング溝内に装着した状態が示されている。

【0029】ピストンのオイルリング溝35内に装着された組合せオイルリング31は、スペーサエキスパンダ17の拡張力によって、その外周面がシリンダボア37に圧接され、余分なオイルをかき落とす。このとき、サイドレール13、15の外周面にはイオン窒化法による窒化処理層が形成されているため摩耗を防止することができる。

【0030】一方、スペーサエキスパンダ17の拡張力は、サイドレール13、15を上下に押す方向にも作用し、サイドレール13の内周側の上面をオイルリング溝35の内壁上面に、サイドレール15の内周側の下面をオイルリング溝35の内壁下面にそれぞれ圧接させる。このとき、サイドレール13、15の外周面以外の部分には窒化処理層が形成されていないので、リング溝35の内壁の摩耗を防止することができる。

【0031】また、サイドレール13、15内周の合い口部分にも窒化処理層が形成されていないので、合い口部分がオイルリング溝35の内壁に接触することによる

オイルリング溝35の摩耗も防止される。

【0032】一方、スペーサエキスパンダ17の耳部23のサイドレール13、15との接触部分には窒化処理層33が形成されているので、サイドレール13、15との接触によるスペーサエキスパンダ17の摩耗を防止することができ、スペーサエキスパンダの摩耗による張力の低下を防止できる。

【0033】実験例1

図3に示すように、焼戻マルテンサイト系ステンレス鋼からなるサイドレール43を、支持板41上に立設された円筒47外周に巻き付けて上下に積層し、その上面に押え板45を載置して、サイドレール43を上下に密着させた。この状態でサイドレール43の外方から外周面43aに対してイオン窒化法により窒化処理を行ない窒化処理層を形成した。

【0034】図4には、この方法によって窒化処理を行なったサイドレール43が示されている。サイドレール43は、上下に密着した状態で外周面43aに窒化処理がなされるので、サイドレール43の上下面及び内周面43bには窒化処理はなされず、サイドレール43の外周面43aにのみ窒化処理層21が形成される。

【0035】図5には、図3におけるサイドレール43の積層位置A～Eと、各位置において形成された窒化処理層の深さとの関係が示されている。すなわち、図3におけるA～Eの箇所からそれぞれサンプルを取り出し、それぞれのサイドレール43に形成された窒化処理層21の深さを測定したものである。

【0036】この結果、サイドレール43の外周面43aに形成された窒化処理層21の深さは、サンプル位置にかかわらず全て60μm程度であり、サイドレール43に対してほぼ均一の深さで窒化処理層21が形成されていることがわかる。

【0037】図6には、サイドレール43の外周面43aに形成された窒化処理層21の外周からの深さと断面の硬度との関係が示されている。

【0038】この結果、サイドレール43の母材の硬度がHv372であるのに対して、イオン窒化法による窒化処理層21を形成した場合には、窒化処理層21の外周面から60μm程度の深さの箇所ではHv1000以上の硬度を示し、イオン窒化処理を施さない場合に比べて硬度が極めて高いことがわかる。

【0039】実験例2

直徑86mm、直列4気筒、2000ccのエンジンのピストンに、表1に示すピストンリングを装着し、5200r.p.m.×W.O.T.×30時間、水温105℃、油温125℃の条件で運転を行った。なお、表1中、「TOP」はトップリング、「2ND」はセカンドリング、「OIL」はオイルリング、「総R」はバレルが円弧状であること、スペーサの「ピッチ7mm」は耳部と耳部の円周方向の間隔、「B」は各リングの厚さ方向の長さ、「T」は各リングの半径

方向の幅を意味している。なお、サイドレール上下面  
は、ベルトサンダー加工なしとした。

\*【0040】  
\*【表1】

ピストン リング	タイプ	表面処理	B	T	合い口隙 間	張力 kgf	材質
TOP	バレル	外周Cr メッキ	1.5mm	3.5mm	0.27~ 0.39mm	1.70 ±0.27	JIS SWOSC-V
2ND	テーパ	外周Cr メッキ	1.5mm	4.0mm	0.35~ 0.50mm	1.40 ±0.24	JIS FC-30
OIL	サイド レール	総R シッタ化	0.6mm	2.35mm	0.13~ 0.38mm	—	JIS SUS 440B
	スペーサ	ピッチ 7mm	タフトラ イド	4.0mm	2.9mm	—	JIS SUS 304

【0041】運転終了後、各ピストンリングの摩耗量を測定した結果を図8に示す。図中、「CYL」は、エンジンの気筒番号を意味する。また、図の上欄に記載された値は、4気筒の平均値を意味する。このように、オイルリングの外周の摩耗量、及びオイルリングのスペーサの耳部接触摩耗量は、いずれも極めて小さい値にすることことができた。

【0042】また、オイルリング溝の摩耗量を測定した結果を図9に示す。なお、図9において、「F」はFront、「Th」はThrust、「R」はRear、「AT」はAnti Thrust

※ustを表している。サイドレールは、合い口部のピストン側に高さ最大7μmのバリのあるものを使用した。このように、オイルリング溝の摩耗量は、いずれも検出不可能であるほど小さいものであった。

【0043】更に、各ピストンリングの張力減退率を測定した結果を図10に示す。このように、オイルリングの張力減退率は、低く維持することができた。

【0044】実験例3

外周面にのみイオン窒化処理したサイドレールと、表面が無処理のスペーサエキスパンダと、表面を塩浴軟窒化

処理(タフトライド処理)したスペーサエキスパンダとを組み合わせ、2種類のオイルリングを作製した。

【0045】これらのオイルリングを、実験例2と同じエンジンのピストンに装着し、実験例2と同じ条件で運転を行い、スペーサエキスパンダとサイドレールの摩耗量を測定した。この結果を図11に示す。

【0046】このように、スペーサエキスパンダを窒化処理することにより、スペーサエキスパンダの耳部摩耗量は大幅に減少し、一方、サイドレール内周摩耗量はわずかに増加する程度であった。

【0047】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の組合せオイルリングによれば、サイドレールの外周面にのみイオン窒化処理を施し、スペーサエキスパンダの少なくともサイドレール内周と接触する部分に窒化処理を施したことにより、サイドレール外周、オイルリング溝、スペーサエキスパンダの耳部のいずれの摩耗量も低減することができ、耐久性に優れ、潤滑油消費量を長期に亘って低く維持できるオイルリングを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の組合せオイルリングの一実施例を示す斜視図である。

【図2】図1に示す組合せオイルリングをピストンのオイルリング溝内に装着した状態を示す断面図である。

【図3】サイドレールの外周面のみにイオン窒化処理層を形成する方法を示す説明図である。

【図4】図3に示す方法により窒化処理を施したサイドレールを示す部分拡大断面図である。

【図5】図3に示す方法により形成された窒化処理層の

深さとサイドレールの積層位置との関係を示す図である。

【図6】図3に示す方法により形成された窒化処理層の外周からの深さと断面の硬度との関係を示す図である。

【図7】従来の組合せオイルリングの一例を示す斜視図である。

【図8】エンジンのピストンにピストンリングを装着して所定の条件で運転した後、各ピストンリングの摩耗量を測定した結果を示す図である。

10 【図9】上記実験においてオイルリング溝の摩耗量を測定した結果を示す図である。

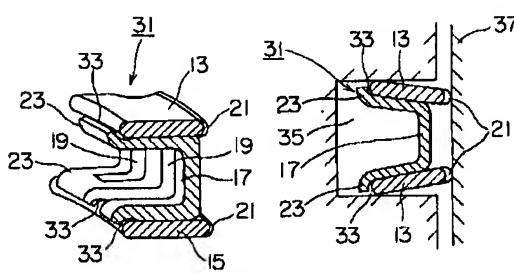
【図10】上記実験において各ピストンリングの張力減退率を測定した結果を示す図である。

【図11】スペーサエキスパンダに窒化処理を施した場合と、施さない場合について、上記と同様な実験を行い、スペーサエキスパンダの耳部接触摩耗量と、サイドレールの内周接触摩耗量とを測定した結果を示す図である。

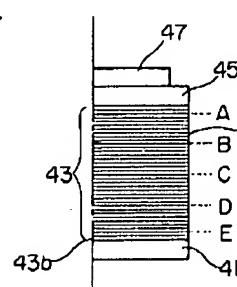
【符号の説明】

20 13、15 サイドレール  
17 スペーサエキスパンダ  
21 窒化処理層  
23 耳部  
31 組合せオイルリング  
33 窒化処理層  
43 サイドレール  
43a サイドレール外周面  
43b サイドレール内周面

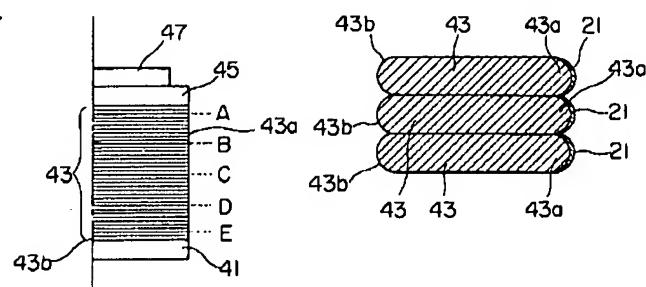
【図1】



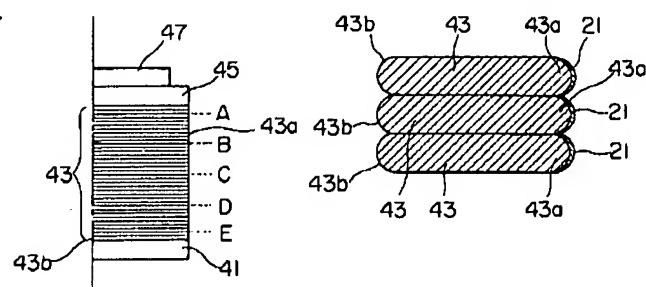
【図2】



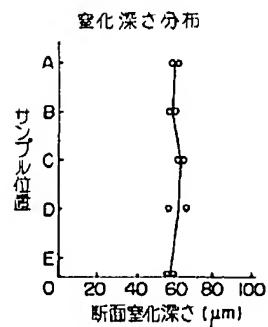
【図3】



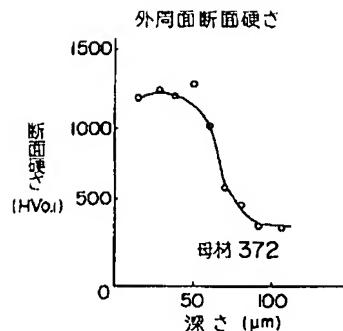
【図4】



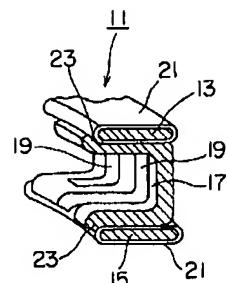
【図5】



【図6】



【図7】



【図9】

### ピストンオイルリング溝摩耗量

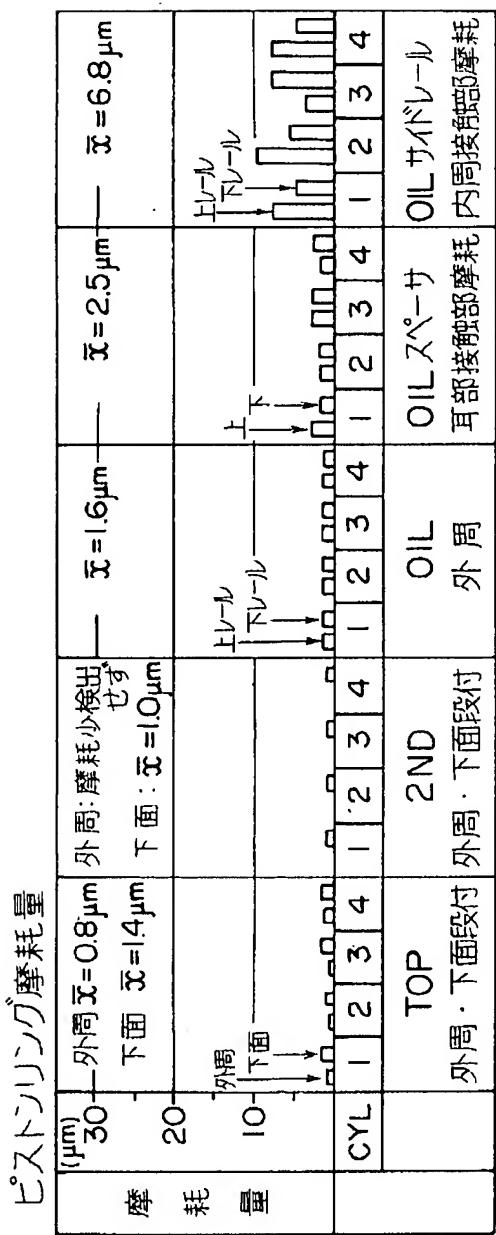
摩耗量	(μm)	溝摩耗は各 cyl 共少なく、検出不可であった												
		方向	F	Th	R	AT	F	Th	R	AT	F	Th	R	AT
CYL			1				2				3			4

【図10】

### ピストンリング張力減退率

減退率	(%)	$\bar{x} = 2.9\%$				$\bar{x} = 1.4\%$				$\bar{x} = 3.7\%$			
		CYL	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3
		TOP				2ND				OIL			

【図8】



【図11】

